

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 4月20日

出願番号

Application Number:

特願2001-122189

出願人

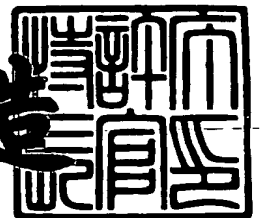
Applicant(s):

アネルバ株式会社

2001年 5月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3039979

【書類名】 特許願
【整理番号】 20010014
【あて先】 特許庁長官殿
【発明者】

【住所又は居所】 東京都府中市四谷 5 丁目 8 番 1 号 アネルバ株式会社内
【氏名】 佐護 康実

【発明者】

【住所又は居所】 東京都府中市四谷 5 丁目 8 番 1 号 アネルバ株式会社内
【氏名】 池田 真義

【発明者】

【住所又は居所】 東京都府中市四谷 5 丁目 8 番 1 号 アネルバ株式会社内
【氏名】 金子 一秋

【発明者】

【住所又は居所】 東京都府中市四谷 5 丁目 8 番 1 号 アネルバ株式会社内
【氏名】 伊達 大樹

【特許出願人】

【識別番号】 000227294
【氏名又は名称】 アネルバ株式会社
【代表者】 今村 有孝

【代理人】

【識別番号】 100097548
【弁理士】
【氏名又は名称】 保立 浩一

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-179191
【出願日】 平成12年 6月14日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 057026
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9204420

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 静電吸着機構及び表面処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 表面が吸着面である誘電体ブロックと誘電体ブロック内に設けられた吸着電極とを有して吸着面に対象物を静電吸着するとともに、対象物を加熱又は冷却して温度制御する温度制御手段を有する静電吸着ステージと、吸着電極に静電吸着用の電圧を与える吸着電源とから成る静電吸着機構であって、

前記吸着面は、対象物が静電吸着された際に対象物とともに閉空間を形成するよう凹部を有しているとともに、この凹部内に熱交換用ガスを導入して圧力を上昇させる熱交換用ガス導入系が設けられており、

さらに、前記凹部は、圧力の上昇により熱交換効率を促進させる空間を形成する凹部である熱交換用凹部と、熱交換用ガスを拡散させて熱交換用凹部に導入する空間を形成するガス拡散用凹部とから成っており、ガス拡散用凹部の深さは、熱交換用凹部の深さより深いことを特徴とする静電吸着機構。

【請求項 2】 前記ガス拡散用凹部は、前記静電吸着ステージの中心軸に対して軸対称な形状であることを特徴とする請求項 1 記載の静電吸着機構。

【請求項 3】 前記熱交換用凹部の深さは、 $1 \sim 20 \mu\text{m}$ の範囲であることを特徴とする請求項 1 記載の静電吸着機構。

【請求項 4】 前記吸着面のうちの対象物に接触する面の面積は、対象物の被吸着面の面積の $3 \sim 20\%$ の範囲であることを特徴とする請求項 1 記載の静電吸着機構。

【請求項 5】 前記ガス拡散用凹部の吸着面の方向における全断面積は、対象物の被吸着面の $5 \sim 30\%$ の範囲であることを特徴とする請求項 1 記載の静電吸着機構。

【請求項 6】 前記ガス拡散用凹部の深さは、 $50 \sim 1000 \mu\text{m}$ の範囲であることを特徴とする請求項 1 記載の静電吸着機構。

【請求項 7】 表面が吸着面である誘電体ブロックと誘電体ブロック内に設けられた吸着電極とを有して吸着面に対象物を静電吸着するとともに、対象物を加熱又は冷却して温度制御する温度制御手段を有する静電吸着ステージと、吸着

電極に静電吸着用の電圧を与える吸着電源とから成る静電吸着機構であって、

前記静電吸着ステージの吸着面は、対象物が静電吸着された際に対象物とともに閉空間を形成するよう凹部を有しており、前記静電吸着ステージは、この凹部につながるガス導入路を有しているとともに、このガス導入路を経由して凹部内に熱交換用ガスを導入して圧力を上昇させる熱交換用ガス導入系が設けられており、

さらに、静電吸着ステージへの対象物の受け渡しの際に昇降する昇降ピンが前記ガス導入路内に設けられていることを特徴とする静電吸着機構。

【請求項 8】 内部で対象物の表面に所定の処理を施す処理チャンバーと、請求項 1 乃至 7 いずれかに記載の静電吸着機構とを備えた表面処理装置であって、処理チャンバー内の所定位置で対象物を保持されるよう前記静電吸着機構の静電吸着ステージが処理チャンバー内の所定位置に設けられていることを特徴とする表面処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本願の発明は、対象物を静電気によって吸着する静電吸着機構に関し、特に、表面処理装置等に備えられるもののよう、対象物との間で熱交換する機能を有する静電吸着機構に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

静電気によって対象物を吸着する静電吸着機構は、対象物に対して損傷を与えずに対象物の位置を自動的に保持する技術として多用されている。特に、LSI 等の電子デバイスを製造する際に用いられる各種表面処理装置では、処理対象である基板（半導体ウェーハ）を所定位置で保持する技術として、静電吸着の技術が多用されている。

【0003】

図 8 は、従来の静電吸着機構に備えた表面処理装置の正面断面概略図である。

表面処理装置は、対象物 9 を所定の雰囲気中で処理するため、処理チャンバー 1

と、処理チャンバー 1 内を排気する排気系 1 1 と、処理チャンバー 1 内に所定のプロセスガスを導入するプロセスガス導入系 1 2 とを有している。そして、対象物 9 を処理チャンバー 1 内の所定位置に保持するため、静電吸着機構を備えている。

【 0 0 0 4 】

静電吸着機構は、処理チャンバー 1 内に設けられた静電吸着ステージ 2 と、静電吸着ステージ 2 に静電吸着用の電圧を与える吸着電源 3 とから成っている。静電吸着ステージ 2 は、ステージ本体 2 1 と、ステージ本体 2 1 に固定した誘電体ブロック 2 2 と、誘電体ブロック 2 2 内に設けた一对の吸着電極 2 3, 2 3 とから成る構成である。

一对の吸着電極 2 3, 2 3 には、互いに極性の異なる直流電圧を与えるようになっている。一对の吸着電極 2 3, 2 3 に電圧が与えられると、誘電体ブロック 2 2 が誘電分極して表面に静電気が誘起され、対象物 9 が静電吸着される。

【 0 0 0 5 】

このような静電吸着機構では、対象物 9 の温度制御等の目的から、対象物 9 と静電吸着ステージ 2 との間で熱交換する機能が備えられる場合がある。例えば、表面処理装置では、処理中の対象物 9 の温度を所定の範囲に維持するため、静電吸着ステージ 2 内にヒータを設けてこのヒータを負帰還制御したり、静電吸着ステージ 2 内の空洞に所定の温度の冷媒を流通させてこの冷媒の温度を制御したりする場合がある。

【 0 0 0 6 】

このような温度制御を行う場合、静電吸着ステージ 2 と対象物 9 との間の熱交換が充分でないと、温度制御の精度が低下したり効率が悪くなったりする問題がある。特に、表面処理装置では、処理チャンバー 1 内が真空雰囲気であることがあり、この場合には、対象物 9 である対象物 9 と静電吸着ステージ 2 との間の隙間も真空である。従って、大気圧下に比べて熱交換の効率が悪い。

【 0 0 0 7 】

このような問題を解決するため、従来の静電吸着機構の中には、静電吸着ステージ 2 と対象物 9 との間に熱交換用のガスを導入する構成が採られることがある

。図8に示す機構は、この例を示している。即ち、静電吸着ステージ2の吸着面には、凹部が形成されており、対象物9を吸着した際、凹部と対象物9とによって閉空間が形成されるようになっている。そして、静電吸着ステージ2には、この閉空間内にガスを導入するガス導入路20が貫通して設けられている。また、ガス導入路20からガス導入する熱交換用ガス導入系4が設けられている。熱交換用ガス導入系4は、ヘリウム等の熱伝導率の高いガスを導入するようになっている。

【0008】

尚、「閉空間」とは、ガス導入路20の開口を除いて本質的に開口が無い空間という意味である。また、「吸着面」とは、静電吸着ステージ2のうち、対象物9を吸着する側の面という意味である。吸着面のすべての箇所において対象物9が接触して吸着される訳ではないが、便宜上この名称を使用する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

上述した従来の静電吸着機構において、吸着面の方向に垂直な方向で見た閉空間の幅は、できるだけ小さいことが望ましい。尚、「吸着面の方向」とは、吸着面のうち、対象物9と接触している部分の面方向という意味で使用している。閉空間の幅が大きくなると、熱を伝達するために熱交換用ガスの分子が移動する必要がある距離が長くなり、分子同士が衝突して散乱する可能性が高くなってしまふ。従って、熱交換の効率が低くなってしまふ。

【0010】

しかしながら、閉空間の幅が限度以上に小さくなると、ガス導入の際のコンダクタンスが小さくなり、閉空間内に充分均一にガスが導入されないという問題が生ずる。この結果、閉空間内の圧力分布が吸着面の方向で不均一になり、このため、対象物9の温度も不均一になってしまう。対象物9の温度が不均一になるということは、表面処理装置においては対象物9の処理が不均一になることを意味する場合が多い。

【0011】

本願の発明は、かかる課題を解決するためになされたものであり、対象物との

間で熱交換する機能を有する静電吸着機構において、熱交換の効率を低下させることなく対象物の温度の均一性が高く維持されるという技術的意義を有する。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本願の請求項 1 記載の発明は、表面が吸着面である誘電体ブロックと誘電体ブロック内に設けられた吸着電極とを有して吸着面に対象物を静電吸着するとともに、対象物を加熱又は冷却して温度制御する温度制御手段を有する静電吸着ステージと、吸着電極に静電吸着用の電圧を与える吸着電源とから成る静電吸着機構であって、

前記吸着面は、対象物が静電吸着された際に対象物とともに閉空間を形成するよう凹部を有しているとともに、この凹部内に熱交換用ガスを導入して圧力を上昇させる熱交換用ガス導入系が設けられており、

さらに、前記凹部は、圧力の上昇により熱交換効率を促進させる空間を形成する凹部である熱交換用凹部と、熱交換用ガスを拡散させて熱交換用凹部に導入する空間を形成するガス拡散用凹部とから成っており、ガス拡散用凹部の深さは、熱交換用凹部の深さより深いという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項 2 記載の発明は、前記請求項 1 の構成において、前記ガス拡散用凹部は、前記静電吸着ステージの中心軸に対して軸対称な形状であるという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項 3 記載の発明は、前記請求項 1 の構成において、前記熱交換用凹部の深さは、 $1 \sim 20 \mu\text{m}$ の範囲であるという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項 4 記載の発明は、前記請求項 1 の構成において、前記吸着面のうちの対象物に接触する面の面積は、対象物の被吸着面の面積の $3 \sim 20\%$ の範囲であるという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項 5 記載の発明は、前記請求項 1 の構成において、前記ガス拡散用凹部の吸着面の方向における全断面積は、対象物の被吸着面の $5 \sim 30\%$ の範囲であるという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項 6 記載の発明は、前記請求項 1 の構成

において、前記ガス拡散用凹部の深さは、50～1000 μ mの範囲であるという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項7記載の発明は、表面が吸着面である誘電体ブロックと誘電体ブロック内に設けられた吸着電極とを有して吸着面に対象物を静電吸着するとともに、対象物を加熱又は冷却して温度制御する温度制御手段を有する静電吸着ステージと、吸着電極に静電吸着用の電圧を与える吸着電源とから成る静電吸着機構であって、

前記静電吸着ステージの吸着面は、対象物が静電吸着された際に対象物とともに閉空間を形成するよう凹部を有しており、前記静電吸着ステージは、この凹部につながるガス導入路を有しているとともに、このガス導入路を経由して凹部内に熱交換用ガスを導入して圧力を上昇させる熱交換用ガス導入系が設けられており、

さらに、静電吸着ステージへの対象物の受け渡しの際に昇降する昇降ピンが前記ガス導入路内に設けられているという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項8記載の発明は、内部で対象物の表面に所定の処理を施す処理チャンバーと、請求項1乃至7いずれかに記載の静電吸着機構とを備えた表面処理装置であって、処理チャンバー内の所定位置で対象物を保持されるよう前記静電吸着機構の静電吸着ステージが処理チャンバー内の所定位置に設けられているという構成を有する。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本願発明の実施の形態について説明する。

図1は、本願発明の実施形態に係る静電吸着機構の概略構成を示す図である。

図1に示す静電吸着機構も、従来と同様に、静電吸着ステージ2と、静電吸着ステージ2に静電吸着用の電圧を与える吸着電源3とから成っている。静電吸着ステージ2は、ステージ本体21と、ステージ本体21に固定した誘電体ブロック22と、誘電体ブロック22内に設けた一対の吸着電極23、23とから成る構成である。

【0014】

ステージ本体 21 は、ステンレス又はアルミニウム等の金属製である。誘電体ブロック 22 は、アルミナ等の誘電体製である。ステージ本体 21 と誘電体ブロック 22 との間にはインジウム等より成る共晶合金のシート 29 が介在されている。シート 29 は、ステージ本体 21 と誘電体ブロック 22 との隙間を埋めて熱伝達性を向上させるものである。一对の吸着電極 23, 23 は、吸着面の方向に平行な姿勢で設けられた板状である。一对の吸着電極 23, 23 の形状としては、静電吸着ステージ 2 の中心軸に対して軸対称な形状及び配置であることが好ましい。

【0015】

本実施形態の静電吸着機構の大きな特徴点は、静電吸着ステージ 2 の吸着面の形状にある。以下、この点について図 1 及び図 2 を使用して説明する。図 2 は、図 1 に示す静電吸着ステージ 2 の平面図である。

図 1 では、静電吸着ステージ 2 の吸着面は平坦面となっているが、実際には、微小な凹凸が形成されている。図 2 は、この凹凸の平面視の形状を示している。図 3 から図 5 を使用して、吸着面の凹凸の形状についてさらに詳しく説明する。図 3 から図 5 は、静電吸着ステージ 2 の吸着面の凹凸の形状について説明する断面図である。このうち、図 3 は図 2 に示す A-A での断面図、図 4 は図 2 に示す B-B での断面図、図 5 は図 2 に示す C-C での断面図である。

【0016】

静電吸着ステージ 2 のうち、誘電体ブロック 22 の上側の表面が吸着面となっている。誘電体ブロック 22 は、図 1 に示すように、全体としては上に向いた凸部を有している。そして、この凸部の表面に対象物 9 が吸着されるようになっており、この凸部の表面が吸着面である。

【0017】

吸着面の平面視の形状は、図 2 に示すように全体としては円形である。そして、対象物 9 も円形であり、両者の径はほぼ一致している。誘電体ブロック 22 は、この円形の輪郭に沿って延びる円環状の凸部（以下、周縁凸部）24 を有している。そして、周縁凸部 24 の内側には、小さな円柱状の凸部（以下、小円柱凸部）25 が多数形成されている。図 4 に示すように、周縁凸部 24 の上面の高さ

と、各小円柱凸部 2 5 の上面の高さとは等しい。静電吸着時には、対象物 9 は周縁凸部 2 4 の上面と各小円柱凸部 2 5 の上面とに接触するようになっている。従って、吸着面のうち対象物に接触する面とは、本実施形態では、周縁凸部 2 4 の上面と各小円柱凸部 2 5 の上面とから成っている。このようにして対象物 9 が吸着されると、周縁凸部 2 4 の内側の空間が対象物 9 によって塞がれ、閉空間が形成されるようになっている。

【 0 0 1 8 】

上記周縁凸部 2 4 及び小円柱凸部 2 5 により形成される凹部 2 6 は、主に対象物 9 に対する熱交換を促進させるための空間である（以下、この凹部 2 6 を熱交換用凹部と呼ぶ）。本実施形態の大きな特徴点は、熱交換用凹部 2 6 に加え、熱交換用ガスを効率良く拡散させて熱交換用凹部 2 6 に均一に導入するための凹部（以下、ガス拡散用凹部）2 7 が形成されている点である。

【 0 0 1 9 】

図 2 に示すように、ガス拡散用凹部 2 7 は、静電吸着ステージ 2 の中心軸から放射状に延びる溝状の部分（以下、放射状部）2 7 1 と、中心軸と同軸な円周状に延びる複数の部分（以下、円周状部）2 7 2 から成っている。尚、円周状部 2 7 2 のうちの最も外側のものは、周縁凸部 2 4 のすぐ内側に形成されている。

【 0 0 2 0 】

図 3 ～図 5 に示すように、ガス拡散用凹部 2 7 は、熱交換用凹部 2 6 よりも深さが深くなっている。そして、ガス拡散用凹部 2 7 の底面に出口側の開口が位置するようにしてガス導入路 2 0 が設けられている。ガス導入路 2 0 は、吸着面に対して垂直に延びている。本実施形態では、ガス導入路 2 0 は、静電吸着ステージ 2 内で四つに分岐しており、出口側の開口は四つとなっている。そして、出口側の四つの開口は、図 2 に示すように、外側から二番目の放射状部 2 7 1 において 4 5 度間隔で位置している。尚、図 2 及び図 4 から解るように、ガス導入路 2 0 の開口の直径は、放射状部 2 7 1 の幅よりも若干大きい。

【 0 0 2 1 】

また、図 1 に示すように、静電吸着機構は、同様に閉空間内にガスを導入する熱交換用ガス導入系 4 を備えている。熱交換用ガス導入系 4 は、ガス導入路 2 0

の入り口側の開口に接続されたガス導入管 4 1 と、ガス導入管 4 1 がつながる不図示のガスボンベと、ガス導入管 4 1 上に設けられたバルブ 4 2 や不図示の流量調整器、不図示のフィルタ等から構成されている。本実施形態でも、熱交換用ガスとしては、ヘリウムが用いられている。

【 0 0 2 2 】

一方、本実施形態の静電吸着ステージ 2 は、対象物 9 を冷却しながら温度制御する温度制御手段 5 を備えている。温度制御手段 5 は、静電吸着ステージ 2 内の空洞に冷媒を流通させる構成である。具体的には、ステージ本体 2 1 内に空洞 2 0 0 が形成されている。図 6 は、ステージ本体 2 1 内の冷却用の空洞 2 0 0 の形状について説明する平面断面図である。

【 0 0 2 3 】

図 6 に示すように、空洞 2 0 0 は、静電吸着ステージ 2 が均一に冷却されるように蛇行させた形状である。そして、その一端には冷媒導入口 2 0 1 が形成され、他端には冷媒排出口 2 0 2 が形成されている。

冷媒導入口 2 0 1 には、冷媒導入管 5 2 がつながっており、冷媒排出口 2 0 2 には冷媒排出管 5 3 がつながっている。そして、冷媒排出管 5 3 から排出されて冷媒を温度制御して冷媒導入管 5 2 に送るサーキュレータ 5 4 が設けられている。空洞 2 0 0 に所定の低温に維持された冷媒が流通する結果、静電吸着ステージ 2 全体が所定の低温に維持され、この結果、対象物 9 が冷却されるようになっている。

【 0 0 2 4 】

次に、本実施形態の静電吸着機構の動作について説明する。

まず、対象物 9 を静電吸着ステージ 2 の上に載せる。この際、静電吸着ステージ 2 の中心軸と対象物 9 の中心軸とが一致した状態とする。この状態では、誘電体ブロック 2 2 の凸部の輪郭と対象物 9 の輪郭とが一致する。そして、対象物 9 により周縁凸部 2 4 の内側の空間が塞がれ、閉空間が形成される。

【 0 0 2 5 】

次に、吸着電源 3 が動作し、一对の吸着電極 2 3, 2 3 に電圧が与えられる。この結果、吸着面に静電気が誘起されて対象物 9 が静電吸着される。予め温度制

御手段 5 が動作しており、静電吸着された対象物 9 が冷却されるとともに、熱交換用ガス導入系 4 が動作して閉空間内に熱交換用ガスが導入される。この結果、閉空間の圧力が上昇して熱交換が促進され、対象物 9 が効率良く冷却される。

【 0 0 2 6 】

対象物 9 を取り去る際には、熱交換用ガス導入系 4 の動作を停止させた後、吸着電源 3 を止める。尚、温度制御手段 5 は常時動作させておく。次に、対象物 9 を吸着面から引き離す。この際、吸着面の残留電荷が問題となるのであれば、一対の吸着電極 2 3，2 3 に吸着時とは逆極性の電圧を与え、電荷の消滅を促進させる。

【 0 0 2 7 】

上述した構成及び動作に係る本実施形態の静電吸着機構では、静電吸着ステージ 2 の吸着面に、熱交換用凹部 2 6 に加えてガス拡散用凹部 2 7 が設けられているので、熱交換の効率を低下させることなく対象物 9 の温度の均一性を高く維持することができる。

即ち、熱交換用凹部 2 6 のみである場合、吸着面の方向でのコンダクタンスが小さくなり、閉空間内に充分均一にガスが行き渡らず、閉空間内の圧力分布が不均一になる。このため、対象物 9 の温度も不均一になる。この問題を解決するには、熱交換用凹部 2 6 の深さを深く（周縁凸部 2 4 及び小円柱凸部 2 5 の高さを高く）すれば良いが、熱交換用凹部 2 6 の深さを深くすると、熱を伝達するために熱交換用ガスの分子が移動する必要がある距離が長くなり、熱交換の効率が低くなってしまう。

【 0 0 2 8 】

本実施形態では、ガスはガス導入路 2 0 から最初にガス拡散用凹部 2 7 に達し、ガス拡散用凹部 2 7 内で拡散しながら熱交換用凹部 2 6 に導入される。ガス拡散用凹部 2 7 は、熱交換用凹部 2 6 より深さが深く、従ってコンダクタンスが大きい。このため、ガスが熱交換用凹部 2 6 に効率良く導入され、熱交換用凹部 2 6 の圧力が効率良く高められる。従って、上述したような問題はなく、熱交換の効率を低下させることなく対象物 9 の温度の均一性を高く維持することができる。

【 0 0 2 9 】

次に、図 3 及び図 4 を使用して、熱交換用凹部 2 6 及びガス拡散用凹部 2 7 等の寸法について説明する。

まず、周縁凸部 2 4 及び小円柱凸部 2 5 の高さ h は、 $1 \sim 20 \mu\text{m}$ 程度であることが好ましい。高さ h が $20 \mu\text{m}$ を越えると、上述したのと同様に熱を伝達するために熱交換用ガスの分子が移動する必要がある距離が長くなり、熱交換の効率が低くなってしまう。 h が $1 \mu\text{m}$ より小さくなると、熱交換用凹部 2 6 のコンダクタンスがあまりにも小さくなってしまい、対象物 9 の温度が不均一になる問題がある。即ち、ガス拡散用凹部 2 7 に近い場所では圧力が高いものの、ガス拡散用凹部 2 7 から離れた場所ではガスが不足し、圧力が低くなってしまう。この結果、対象物 9 の温度が不均一になる。

【 0 0 3 0 】

次に、周縁凸部 2 4 の上面及び各小円柱凸部 2 5 の上面の面積の合計については、十分な吸着力を確保する観点から、慎重な検討が必要である。一般的に表現すれば、吸着の際に対象物 9 が静電吸着ステージ 2 に接触する面積と、対象物 9 の静電吸着ステージ 2 に対向する面の全面積の比（以下、単に面積比）は、 $3 \sim 20\%$ の範囲とすることが好ましい。本実施形態では、周縁凸部 2 4 の上面の面積を S_1 、各小円柱凸部 2 5 の上面の面積を S_2 、対象物 9 の静電吸着ステージ 2 に向かい合う面（本実施形態では下面）の面積を S_3 とし、小円柱凸部 2 5 の数を n とすると、面積比 $P = \{ (S_1 + S_2 \cdot n) / S_3 \} \cdot 100$ は、 $3 \sim 20 (\%)$ であることが好ましい。

【 0 0 3 1 】

面積比 P が小さくなると、静電吸着が作用する面積が小さくなるから、全体の静電吸着力が小さくなってしまう。熱交換効率を向上させる程度に閉空間の圧力を上昇させた場合、面積比が 3% を下回ってしまうと、実用上困難な程度に非常に高い電圧で静電吸着を行わなければならなくなってしまう。一方、面積比 P が大きくなり、 20% を越えると、閉空間があまりにも小さくなってしまい、圧力の高い閉空間の存在による熱交換効率の向上という効果が充分得られなくなってしまう。

【0032】

次に、ガス拡散用凹部27の大きさについても、十分な熱交換効率を得る観点から、慎重な検討が必要である。ガス拡散用凹部27は、熱交換効率を犠牲にしつつガスの拡散効率を高めるための空間であるから、これがあまり大きくなると、十分な熱交換効率を得られなくなってしまう。この観点から、吸着面の方向におけるガス拡散用凹部27の大きさ（以下、断面積）を S_4 とすると、断面積 S_4 は、吸着面の全面積（本実施形態では対象物9の下面の面積 S_3 に相当）に対して30%以下とすることが好ましい。尚、断面積 S_4 は、図2に示す八つの放射状部271及び三つの円周状部272の断面積の合計である。

【0033】

また、ガス拡散用凹部27の断面積 S_4 があまり小さくなると、コンダクタンスの向上によるガス導入の均一化の効果が十分に得られなくなってしまう。ガスのコンダクタンスは、ある空間におけるガスの拡散方向に垂直な断面の面積に比例する。本実施形態では、断面積 S_4 が小さくなると、ガスが拡散する経路の幅が小さくなることになり、結果的にコンダクタンスが低下する。このようなことから、ガス拡散用凹部27の断面積 S_4 は、吸着面の全面積の5%以上とすることが好ましい。また、 S_4 が吸着面の全面積に対して30%を越えると、相対的に熱交換用凹部26の面積があまりにも小さくなり、熱交換効率が限度以上に低下してしまう。従って、 S_4 は吸着面の全面積に対して30%以下であることが好ましい。尚、熱交換用凹部26の断面積を S_5 とすると、本実施形態における吸着面の全面積 S は、 $S = S_1 + S_2 \cdot n + S_4 + S_5 = S_3$ である。

【0034】

次に、ガス拡散用凹部27の深さ（図3に d で示す）は、 $50 \sim 1000 \mu\text{m}$ 程度とすることが好ましい。深さ d が $50 \mu\text{m}$ より小さいと、熱交換用凹部26と比較したコンダクタンス向上の効果があまり得られず、温度分布均一化の効果が十分に得られない。また、深さ d が $1000 \mu\text{m}$ より大きいと、コンダクタンスが大きくなり過ぎる問題がある。コンダクタンスが大きくなり過ぎると、熱交換用凹部26の圧力が十分に上昇せず、熱交換効率が十分に改善されない問題が生ずる。

【 0 0 3 5 】

また、前述した静電吸着機構の動作において、熱交換用ガスは、閉空間内に閉じ込められることが好ましい。熱交換用ガスが閉空間内に閉じ込められないということは、熱交換用ガスの圧力により対象物 9 が静電吸着面から浮き上がることを意味する。このような浮き上がりがあると、対象物 9 の静電吸着が不安定になる。加えて、静電吸着ステージ 2 と対象物 9 との間の熱接触性も不十分になるので、熱交換の効率も悪化する。従って、前述した熱交換用ガス導入系 4 による熱交換用ガスの導入は、熱交換用ガスが閉空間から漏れない範囲で止めるか、又は、問題の無い範囲で僅かに漏れるよう導入圧力を制御するようにすることが好ましい。

【 0 0 3 6 】

次に、表面処理装置の発明の実施形態について説明する。

図 7 は、本願発明の実施形態に係る表面処理装置の正面断面概略図である。

実施形態に係る表面処理装置は、前述した実施形態の静電吸着機構を備えた装置である。このような静電吸着機構は、各種の表面処理装置に利用が可能であるが、以下の説明では、一例としてエッチング装置に利用する場合を採り上げる。従って、図 7 に示す装置は、エッチング装置となっている。

【 0 0 3 7 】

具体的に説明すると、図 7 に示す装置は、排気系 1 1 及びプロセスガス導入系 1 2 を備えた処理チャンバー 1 と、処理チャンバー 1 内の所定位置に対象物 9 を保持する静電吸着機構と、処理チャンバー 1 内にプラズマを形成して対象物 9 の表面をエッチングするための電力を供給する電力供給系 6 等から主に構成されている。

【 0 0 3 8 】

処理チャンバー 1 は気密な真空容器であり、不図示のゲートバルブを介して不図示のロードロックチャンバーが接続されている。排気系 1 1 は、ターボ分子ポンプ又は拡散ポンプ等により処理チャンバー 1 内を所定の真空圧力まで排気できるようにになっている。プロセスガス導入系 1 2 は、バルブ 1 2 1 や流量調整器 1 2 2 を備え、プロセスガスとしてエッチング作用のある四フッ化炭素等のフッ素

系ガスを所定の流量で導入するようになっている。

【 0 0 3 9 】

静電吸着機構の構成は、前述したものと本質的に同様である。静電吸着ステージ 2 は、絶縁材 1 3 を介して処理チャンバー 1 の開口を気密に塞ぐよう設けられている。また、本実施形態では、対象物 9 の受け渡しのため、静電吸着ステージ 2 内に昇降ピン 7 が設けられている。

昇降ピン 7 は、垂直な姿勢であり、静電吸着ステージ 2 と同軸の円周上に等間隔で複数設けられている。本実施形態では、静電吸着ステージ 2 の構造の複雑化を避けるため、ガス導入路 2 0 内に昇降ピン 7 が設けられている。従って、昇降ピン 7 は四つである。

【 0 0 4 0 】

各昇降ピン 7 の下端は、水平な姿勢のベース板 7 1 に固定されている。ベース板 7 1 には、直線移動機構 7 2 が付設されている。直線移動機構 7 2 が動作すると、四つの昇降ピン 7 が一体に上昇又は下降するようになっている。

尚、各ガス導入路 2 0 は、途中に横穴が設けられており、熱交換用ガス導入系 4 はそこから熱交換用ガスを導入するようになっている。また、ガス導入路 2 0 の下端には、昇降ピン 7 の上下動を許容しつつガス封止を行うメカニカルシール等の封止部材 7 3 が設けられている。

【 0 0 4 1 】

電力供給系 6 は、処理チャンバー 1 内に設けられた処理用電極 6 1 と、処理用電極 6 1 を保持した垂直な保持棒 6 2 と、保持棒 6 2 を介して処理用電極 6 1 に電圧を印加する処理用電源 6 3 とから主に構成されている。

処理用電極 6 1 は、高さの低い円筒状であり、静電吸着ステージ 2 と同軸になるよう設けられている。保持棒 6 2 は、絶縁材 1 4 を介して処理チャンバー 1 を気密に貫通している。処理用電極 6 1 は、プロセスガスを均一に導入する部材としても兼用されている。即ち、処理用電極 6 1 の下面には、ガス吹き出し孔 6 1 1 が多数均一に形成されている。プロセスガス導入系 1 2 は、保持棒 6 2 内を経由して処理用電極 6 1 内にプロセスガスを導入するようになっている。プロセスガスは、処理用電極 6 1 内に一旦溜まった後、ガス吹き出し孔 6 1 1 から均一に

吹き出る。

【 0 0 4 2 】

処理用電源 6 3 としては、高周波電源が使用されている。高周波電源により処理用電極 6 1 に高周波電圧が与えられると、プロセスガスに高周波放電が生じ、プラズマが形成される。例えばプロセスガスがフッ素系ガスである場合、プラズマ中ではフッ素活性種やフッ素イオンが形成され、これら活性種やイオンが対象物 9 の表面に達して対象物 9 の表面をエッチングする。

【 0 0 4 3 】

また、本実施形態では、エッチングを効率良く行うため、対象物 9 に自己バイアス電圧を与える構成が採用されている。具体的に説明すると、静電吸着ステージ 2 内の吸着電極 2 3, 2 3 には吸着電源 3 が同様に接続され、対象物 9 が静電吸着されるようになっている。そして、これとは別に、金属製のステージ本体 2 1 には、バイアス用高周波電源 8 が接続されている。

【 0 0 4 4 】

バイアス用高周波電源 8 によりステージ本体 2 1 を介して高周波電界が設定されると、プラズマと高周波との相互作用により、負の直流分の電圧である自己バイアス電圧が対象物 9 に与えられる。この結果、プラズマ中のイオンが引き出されて効率良く対象物 9 に入射する。この結果、リアクティブイオンエッチング等の効率の良いエッチングが行われる。

【 0 0 4 5 】

上記エッチングの際、対象物 9 は、プラズマによって加熱されて温度上昇する。温度上昇が限度を越えると、対象物 9 が熱的損傷を受ける場合がある。例えば、対象物 9 が半導体ウェーハである場合、既に形成されている素子や配線等が熱により変性して機能に障害が生じたりする場合がある。

【 0 0 4 6 】

このような問題を防止するため、静電吸着機構は、エッチング中に対象物 9 を所定温度に冷却する。即ち、前述したように温度制御された冷媒を流通させ、静電吸着ステージ 2 を介して対象物 9 を冷却する。この際、前述したように、静電吸着ステージ 2 の吸着面が、熱交換用凹部 2 6 に加えてガス拡散用凹部 2 7 を有

することから、冷却が効率良く行われるとともに、対象物 9 の温度の均一性が高く維持される。このため、エッチング処理も高い均一性となる。

【 0 0 4 7 】

上記実施形態では、温度制御手段 5 は対象物を冷却するものであったが、対象物を加熱して温度制御するものであっても良い。この場合には、抵抗発熱方式のヒータや輻射加熱ランプ等が静電吸着ステージに設けられる。

【 0 0 4 8 】

また、上記実施形態では、双極式の静電吸着機構であったが、単極式即ち一つの吸着電極のみを使用した構成でも良い。単極式でも、正又は負の直流電圧を印加すると、プラズマがもう一方の電極として働くため、静電吸着は可能である。また、一对の吸着電極を多数設けた多極式の構成でも良い。さらには、対象物 9 を臨む空間にプラズマが形成される場合、吸着電極に高周波電圧を印加しても静電吸着は可能である。

【 0 0 4 9 】

上記実施形態の説明では、表面処理の一例としてエッチングを採り上げたが、スパッタリングや化学蒸着（CVD）等の成膜処理、表面酸化や表面窒化等の表面改質処理、さらにはアッシング処理等を行う装置についても、同様に実施することができる。

対象物 9 の例としては、半導体ウェーハの他、液晶ディスプレイやプラズマディスプレイ等の表示デバイス用の基板、磁気ヘッド等の磁気デバイス用の基板等を対象物 9 とすることができる。また、静電吸着機構の実施形態としては、製造プロセスだけではなく、分析装置等にも利用することができる。即ち、対象物 9 を静電吸着しながら分析する装置である。

【 0 0 5 0 】

【発明の効果】

以上説明した通り、本願の請求項 1 記載の発明によれば、熱交換用凹部と、熱交換用ガスより深さの深いガス拡散用凹部とによって閉空間が形成されるので、熱交換の効率を低下させることなく対象物の温度の均一性を高く維持することが可能となる。

また、請求項 2 記載の発明によれば、上記効果に加え、ガス拡散用凹部が静電吸着ステージの中心軸に対して軸対称な形状であるので、対象物の温度の均一性がさらに高くなる。

また、請求項 3 記載の発明によれば、上記効果に加え、熱交換用凹部の深さが $1 \sim 20 \mu\text{m}$ の範囲であるので、対象物の温度の不均一化や熱交換効率の悪化がこの点でさらに防止される。

また、請求項 4 記載の発明によれば、上記効果に加え、吸着面のうちの対象物に接触する面の面積が対象物の被吸着面の面積の $3 \sim 20\%$ の範囲であるので、実用上困難な程度に非常に高い電圧で静電吸着を行わなければならなくなったり、熱交換効率の向上という効果が充分得られなくなったりする問題が防止される。

また、請求項 5 記載の発明によれば、上記効果に加え、ガス拡散用凹部の吸着面の方向における全断面積が対象物の被吸着面の $5 \sim 30\%$ の範囲であるので、この点で、充分な熱交換効率を得られなくなる問題や対象物の温度が不均一になる問題が防止される。

また、請求項 6 記載の発明によれば、上記効果に加え、ガス拡散用凹部の深さが $50 \sim 1000 \mu\text{m}$ の範囲であるので、この点で、充分な熱交換効率を得られなくなる問題や対象物の温度が不均一になる問題が防止される。

また、請求項 7 記載の発明によれば、静電吸着ステージへの対象物の受け渡しの際に昇降する昇降ピンがガス導入路内に設けられているので、静電吸着ステージの構造が簡略化される。

また、請求項 8 記載の発明によれば、上記効果に加え、上記請求項 1 乃至 7 いずれかの効果を得ながら対象物の表面に所定の処理を施すことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本願発明の実施形態に係る静電吸着機構の概略構成を示す図である。

【図 2】

図 1 に示す静電吸着ステージ 2 の平面図である。

【図 3】

静電吸着ステージ 2 の吸着面の凹凸の形状について説明する断面図であり、図 2 に示す A - A での断面図である。

【図 4】

静電吸着ステージ 2 の吸着面の凹凸の形状について説明する断面図であり、図 2 に示す B - B での断面図である。

【図 5】

静電吸着ステージ 2 の吸着面の凹凸の形状について説明する断面図であり、図 2 に示す C - C での断面図である。

【図 6】

ステージ本体 2 1 内の冷却用の空洞 2 0 0 の形状について説明する平面断面図である。

【図 7】

本願発明の実施形態に係る表面処理装置の正面断面概略図である。

【図 8】

従来 of 静電吸着機構に備えた表面処理装置の正面断面概略図である。

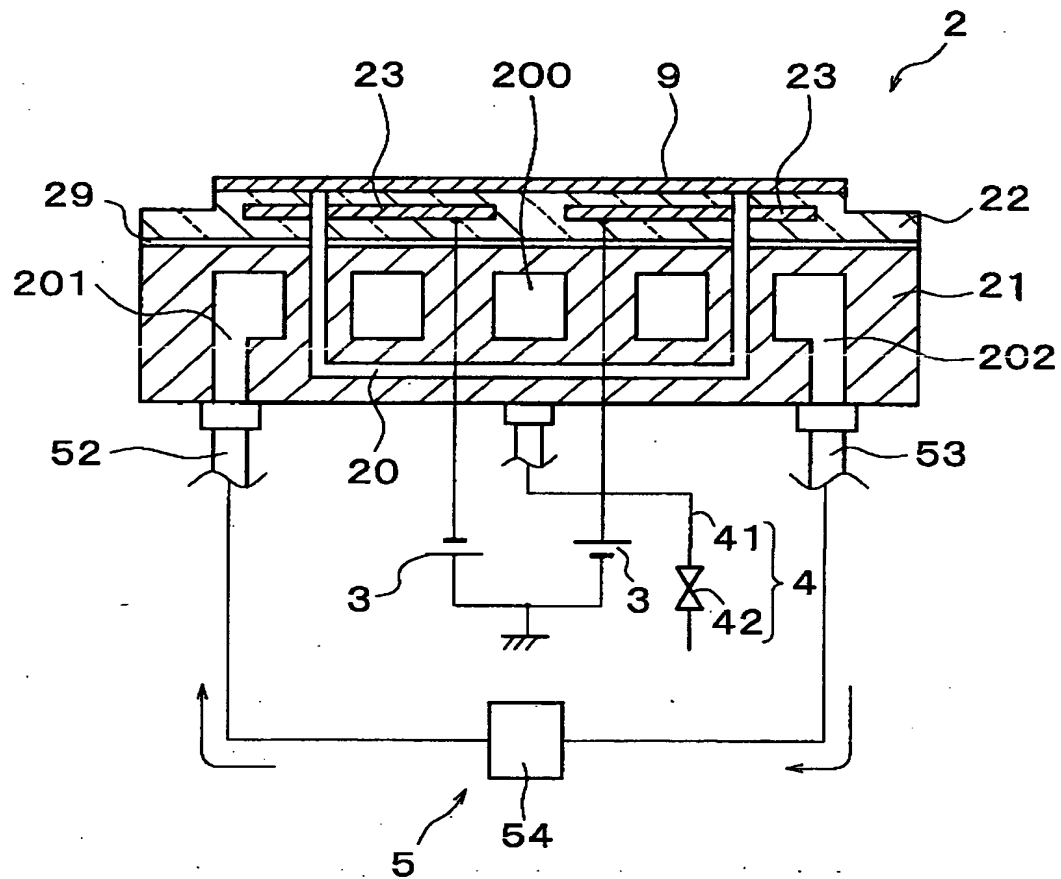
【符号の説明】

- 1 処理チャンバー
 - 1 1 排気系
 - 1 2 プロセスガス導入系
- 2 静電吸着ステージ
 - 2 0 ガス導入路
 - 2 0 0 空洞
 - 2 1 ステージ本体
 - 2 2 誘電体ブロック
 - 2 3 吸着電極
 - 2 4 周縁凸部
 - 2 5 小円柱凸部
 - 2 6 熱交換用凹部
 - 2 7 ガス拡散用凹部

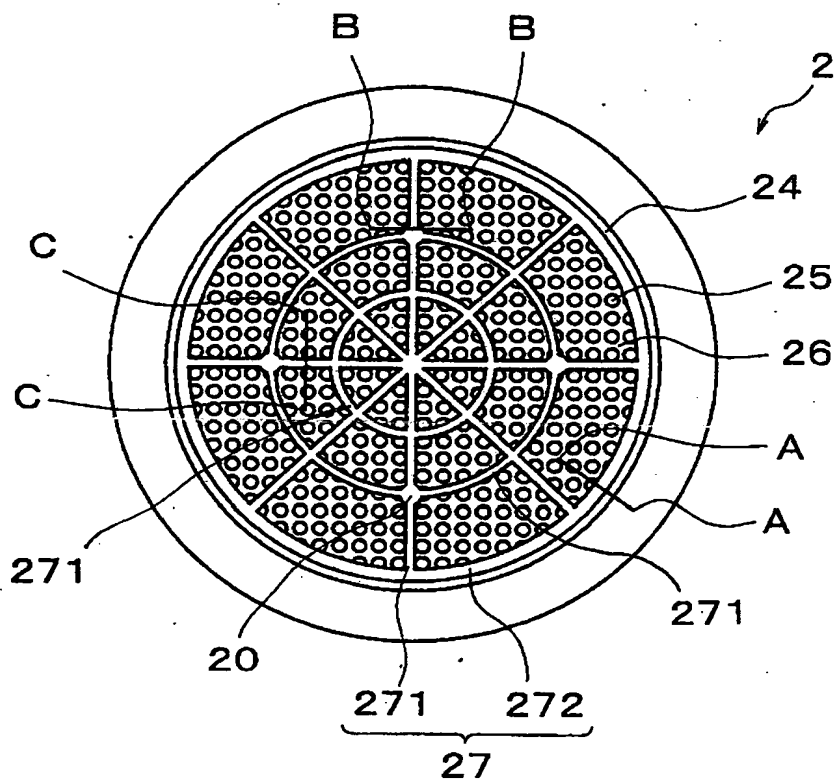
- 3 吸着電源
- 4 熱交換用ガス導入系
- 5 温度制御手段
- 6 電力供給系
 - 6 1 処理用電極
 - 6 3 処理用電源
- 7 昇降ピン
- 9 対象物

【書類名】 図面

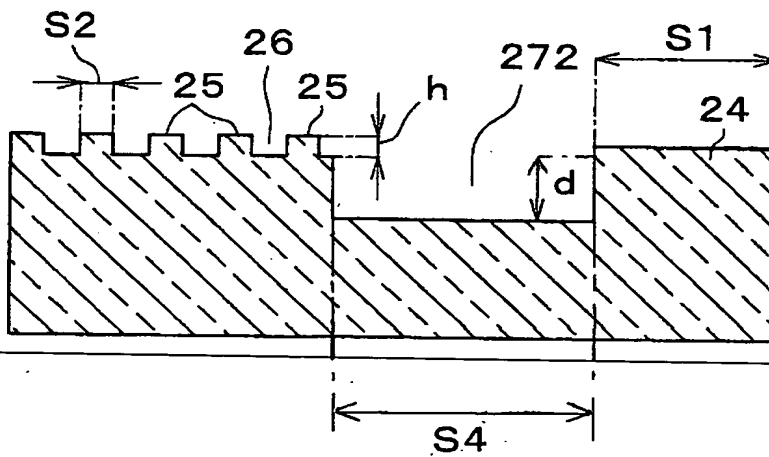
【図 1】



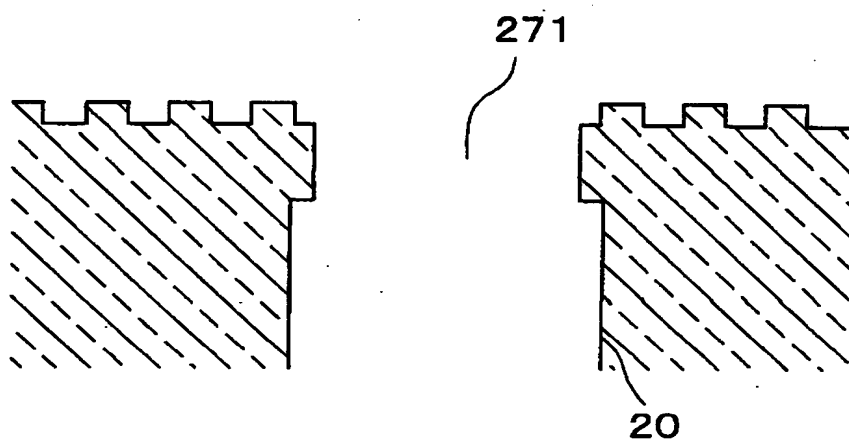
【図 2】



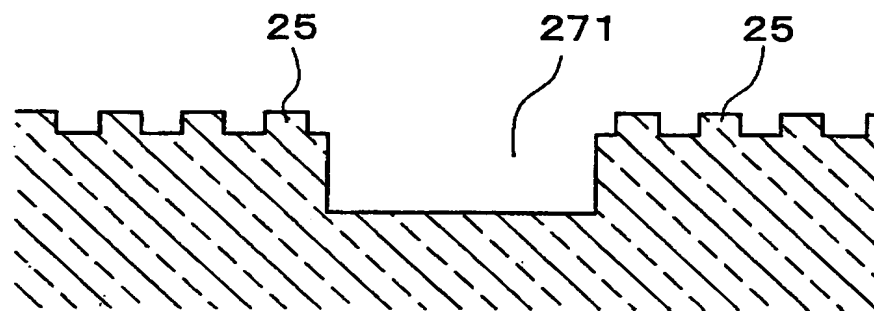
【図 3】



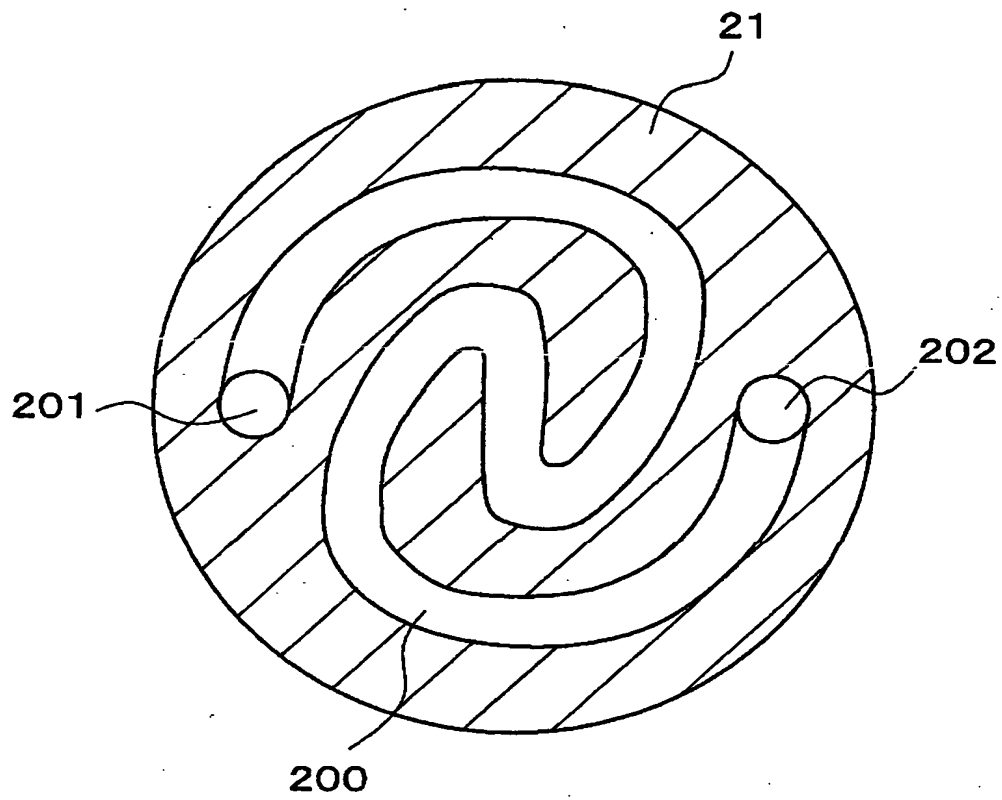
【図 4】



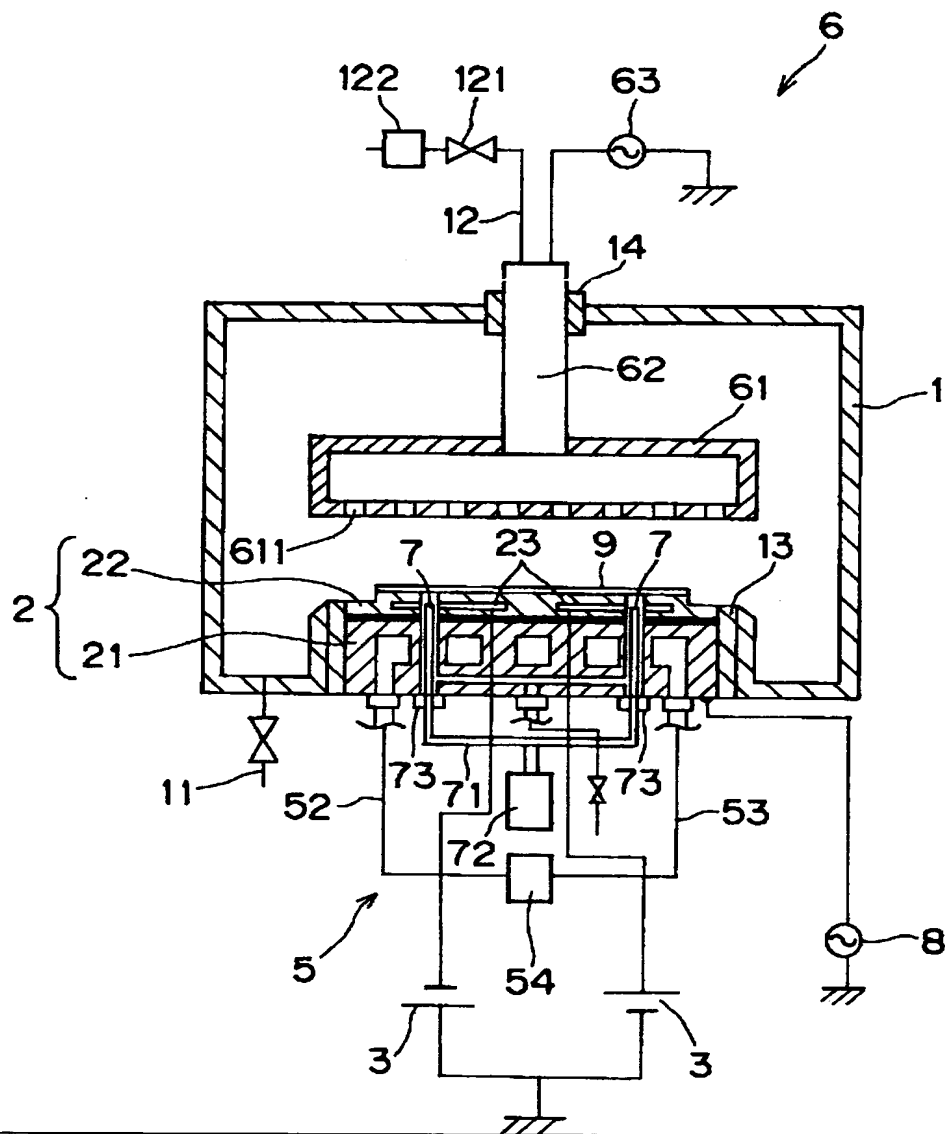
【図 5】



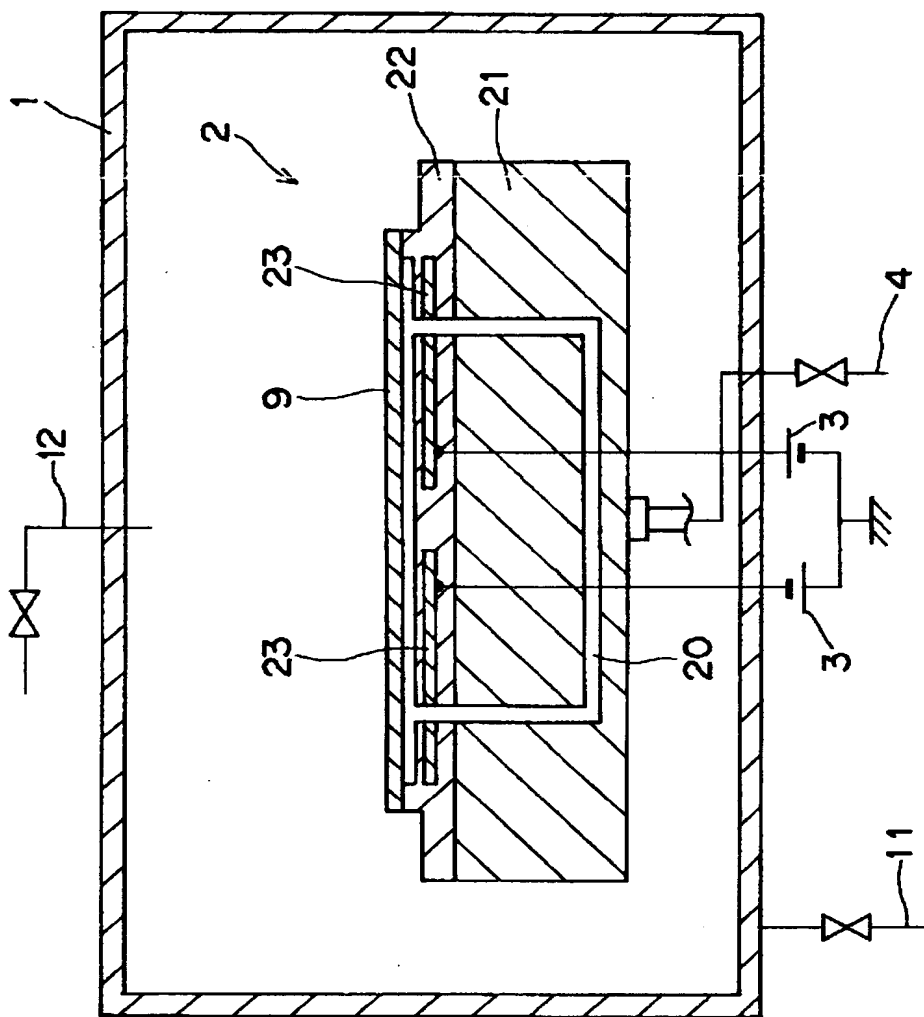
【図6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 対象物との間で熱交換する機能を有する静電吸着機構において、熱交換の効率を低下させることなく対象物の温度の均一性を高く維持する。

【解決手段】 表面が吸着面である誘電体ブロック 2 2 内に設けられた吸着電極 2 3 に吸着電源 3 が電圧を印加することで対象物 9 が静電吸着され、対象物 9 の温度が温度制御手段 5 により制御される。吸着面は、圧力の上昇により熱交換効率を促進させる空間を形成する凹部である熱交換用凹部 2 6 と、熱交換用ガスを拡散させて熱交換用凹部に導入する空間を形成するガス拡散用凹部 2 7 とを有し、ガス拡散用凹部 2 7 の深さは、熱交換用凹部 2 6 の深さより深い。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000227294]

1. 変更年月日 1995年11月24日
[変更理由] 名称変更
住 所 東京都府中市四谷5丁目8番1号
氏 名 アネルバ株式会社